

# Evaluation et rééducation du versant «phonologique» de la mémoire à court terme

*Marie-Anne van der Kaa – Delvenne\* & Steve Majerus\*\**

A paraître dans:

Evaluation et rééducation des troubles de la mémoire de travail, G. Aubin, F. Coyette, P. Pradat-Diehl, & C. Vallat (Eds), 2007, Marseille: Solal.

**\* M.-A. van der Kaa – Delvenne :**

*Unité de Revalidation Neuropsychologique, Service de Neurologie, CHU de Liège*

*Domaine Universitaire du Sart Tilman, B35, 4000 Liège, Belgique*

*Tél. : 0032 4 2703273*

*Fax : 0032 4 3668449*

*Email : [reva.neuropsych@chu.ulg.ac.be](mailto:reva.neuropsych@chu.ulg.ac.be)*

**\*\* S. Majerus :**

*Département de Sciences Cognitives - Université de Liège*

*Centre de Recherches en Neurosciences Cognitives et Comportementales (CNCC)*

*Université de Liège*

*Boulevard du rectorat, B33, 4000 Liège, Belgique*

*Tél. : 0032 4 3664656*

*Fax : 0032 4 3662808*

*Email : [smajerus@ulg.ac.be](mailto:smajerus@ulg.ac.be)*

# INTRODUCTION

La mémoire à court terme (MCT) verbale n'est pas uniquement définie par les capacités limitées d'un système de stockage phonologique, mais également par les interactions très étroites qu'elle entretient avec les connaissances du système langagier (voir Majerus, ce volume). Selon certains auteurs, une partie des performances dans une tâche de stockage verbal peut même être expliquée par la simple activation et la vitesse relative de dégradation de cette activation au sein du système langagier. Dans ce contexte, N. Martin et Saffran (1992) ont proposé un modèle d'activation interactive qui explique la MCT comme le résultat du maintien temporaire des activations dans le système langagier. Ce maintien est déterminé par la vitesse de dégradation de ces activations qui, dans certains cas peut être anormalement rapide, entraînant des performances réduites dans les tâches de MCT verbales, et, en cas d'une augmentation très importante de cette vitesse, des troubles langagiers. Le but de ce chapitre est d'illustrer une rééducation de la MCT verbale inspirée de ce type de modèle théorique et visant à rétablir des capacités de stockage phonologique normales en essayant de ré-installer une vitesse de dégradation plus normale des activations temporaires au sein du système langagier. Un autre chapitre de ce volume (Closset & Majerus) présentera l'utilisation d'une stratégie de type « compensation » pour contourner des capacités de stockage phonologique réduites via l'utilisation des capacités préservées des capacités de stockage sémantique et visuelles.

Il faut noter que, si les déficits de MCT (et de mémoire de travail de façon plus générale) ont été étudiés et documentés de façon relativement exhaustive (plus de 1000 publications référenciées dans les bases de données spécialisées jusqu'à ce jour), les publications en matière de prise en charge de la MCT sont extrêmement peu nombreuses (seulement une petite dizaine de 10 publications peuvent actuellement être répertoriées). Par ailleurs, la majorité de ces travaux se sont essentiellement focalisés sur la rééducation des

aspects exécutifs et attentionnels intervenant dans le stockage à court terme d'informations verbales. Par exemple, en 1986, Solhberg et Matter (voir également, Solhberg, McLaughlin, Pavese, Heindrich & Posner, 2000) montrent qu'un entraînement spécifique des processus attentionnels (attention et concentration) améliore plus significativement les résultats aux épreuves testant les fonctions exécutives de la MCT qu'un programme de revalidation traditionnel. Helm-Estabrooks (1998) (voir également, Helm-Estabrooks, Connor & Albert, 2000) applique un entraînement attentionnel à 2 patients présentant des difficultés de compréhension de phrases. Ils montrent une amélioration de la compréhension, prouvant ainsi que dans ce cas, un entraînement attentionnel est bénéfique, mais sans contrôler l'effet de la MCT. Par contre, Mayer et Murray (2002) n'ont pu répliquer ces résultats avec leur patient WS. Finalement, Francis, Clark et Humphreys (2003) décrivent la rééducation de la MCT verbale d'un patient ayant des déficits en compréhension de phrases et de MCT associés. Sans préciser l'origine du déficit de MCT, les auteurs, se référant à la boucle phonologique, partent du principe selon lequel les difficultés de compréhension de phrase sont induites par un déficit de MCT. Ils décident de rééduquer la MCT par le biais de tâches de répétition de phrases, afin de stimuler les capacités de stockage verbale et leur récapitulation articulatoire.

→INSERER ICI figure 1←

Les résultats obtenus par Francis et al. montrent une amélioration de la compréhension de phrases et de l'empan de chiffres. Par contre, aucune amélioration de la répétition de non-mots n'est obtenue, ce qui indique que la thérapie n'a pas amélioré les capacités de stockage d'informations phonologiques, mais, plus probablement les capacités de stockage d'informations lexicales et sémantiques.

L'étude de rééducation expérimentale rapportée dans ce chapitre a comme objectif d'explorer la faisabilité et l'efficacité d'une rééducation des capacités de stockage phonologique chez une patiente (BJ) qui présente un déficit net pour le stockage d'informations phonologiques, ainsi que des effets de fréquence pour la répétition de mots et un effet d'amorçage sémantique très important en l'absence totale d'effet d'amorçage phonologique dans des tâches de décision lexicale. En nous référant au modèle interactif de N. Martin et Saffran (1992), (pour une description exhaustive du modèle, voir Majerus, ce volume), nous avons interprété cette constellation de symptômes comme la conséquence d'une dégradation trop rapide de l'activation temporaire des représentations phonologiques. Nous postulons que si nous parvenons à augmenter la durée d'activation temporaire des représentations phonologiques et à stabiliser cette activation, nous devrions non seulement améliorer les performances de BJ pour le traitement de non-mots dans des tâches de MCT, mais également atténuer les difficultés résiduelles observées dans les tâches langagières. A un niveau plus écologique, les difficultés rapportées par la patiente pour la compréhension du langage dans la vie quotidienne devraient également être réduites suite à la rééducation.

## **PARTIE EXPERIMENTALE**

### **Cas 1 : la patiente BJ**

#### *Description générale du cas*

BJ a commencé à nous consulter en 1999 ; elle est alors âgée de 50 ans. Avant son accident vasculaire cérébral en 1997, elle était dessinatrice dans un organisme public. En juillet 1997, elle subit un accident vasculaire cérébral temporal gauche, entraînant une symptomatologie de type 'aphasie de Wernicke'. Elle suit alors une rééducation logopédique en privé, essentiellement pour les difficultés de compréhension et de production de mots. En septembre

1999, elle vient nous consulter avec les plaintes suivantes : des troubles de concentration, d'importantes difficultés de rétention de séquences de chiffres (numéros de téléphone, numéros de comptes bancaire, codes, etc....), de calcul mental, ainsi que de grandes difficultés de compréhension de la parole tant au téléphone que lors de conversations à plusieurs ; elle reste très fatigable dans les situations nécessitant le traitement langagier. Son bilan logopédique est cependant presque sans particularité, avec des scores quasi parfaits en dénomination d'objets (44/45), mais avec quelques paraphasies et approches phonémiques. La lecture et l'écriture, la compréhension de mots et de phrases tant en oral qu'en écrit sont également tout à fait corrects. Par contre, lors des épreuves de répétition, nous relevons de nombreuses paraphasies sémantiques, des effets de longueur (non mots - courts : 93% de réponses correctes ; non-mots longs : 73% de réponses correctes). Du point de vue clinique, on observe des lexicalisations très fréquentes (ex. : « kladeu » donne « clac 2 ») et le recours permanent à une visualisation des informations (ex. : un pavé numérique lors de l'épreuve d'empan de chiffres). Durant toutes ces épreuves, la patiente est particulièrement gênée par tous les bruits ambiants, même les plus anodins comme le bruit de la ventilation. Les empan de chiffres et de mots sont également réduits (empan : 3), et l'empan de non-mots est inférieur à 2, alors que l'empan visuo-spatial testé au moyen du Corsi Block Tapping Test est normal (5). Finalement, signalons que les autres fonctions cognitives (mémoire épisodique verbale ; fonctions attentionnelles et exécutives) sont préservées. Un CT-scan cérébral réalisé en avril 2001 met en évidence des séquelles tissulaires caractéristiques d'un infarctus, et ceci au niveau de la partie postérieure du gyrus temporal supérieur (épargnant le gyrus supramarginal).

→INSERER ICI FIGURE 2←

Ces résultats, indiquant des effets de lexicalité et de longueur importants à la fois en répétition de stimuli langagiers individuels et en MCT, font penser à une forme plus légère d'un trouble de type 'dysphasie profonde'. Comme décrit dans Majerus, ce volume, ce trouble a été expliqué d'une façon élégante et parcimonieuse par un effacement trop rapide des activations temporaires dans le réseau langagier, conduisant à une influence maximale du dernier niveau de représentations encore actif au moment du choix de la réponse. Dans le cas de la répétition, l'activation se propageant du niveau phonologique vers le niveau lexical et ensuite vers le niveau sémantique, c'est les niveaux sémantique et lexical qui vont avoir un impact maximal, l'activation du niveau phonologique ayant disparu quasi complètement au niveau du choix de la réponse. Dans ce cas, des effets des variables lexico-sémantiques sont attendus en répétition de mots, et une diminution des effets phonologiques, à part la persistance d'un effet de longueur, surtout pour le traitement de non-mots qui sera de toute façon très déficitaire. Afin d'étayer notre interprétation, une série d'investigations complémentaires ont été réalisées.

#### *Investigations complémentaires*

Au vu des difficultés surtout pour le traitement d'informations phonologiques, nous avons d'abord essayé de vérifier l'intégrité des processus perceptifs.

→ INSERER ICI LA FIGURE 3←

Nous avons administré des tâches de discrimination de paires minimales, comportant soit des oppositions consonantiques minimales (/ba/-/pa/) ou des oppositions vocaliques minimales (/bu/-/by/). Par ailleurs, afin de tester les limites des capacités perceptives, nous avons présenté les stimuli soit à une vitesse normale, soit à une vitesse accélérée (en utilisant

l'algorithme PSOLA du logiciel Praat ([www.praat.org](http://www.praat.org)) qui permet d'accélérer la vitesse de présentation d'un stimulus auditif, sans en altérer la fréquence fondamentale). Ainsi, la condition de présentation accélérée nous permettait de tester de façon particulièrement sensible les capacités de traitement perceptif rapide pour les caractéristiques temporelles et spectrales nécessaires pour la perception de stimuli langagier. Comme indiqué à la Figure 3, les performances des BJ étaient préservées, surtout pour la condition de présentation accélérée. Par ailleurs, la répétition de phonèmes isolés et la décision lexicale auditive sont intactes. Ces données nous permettent d'éliminer la possibilité d'un trouble perceptif qui pourrait expliquer les difficultés de BJ. Ajoutons également qu'un examen audiolgique approfondi avait été réalisé en janvier 2000 afin d'éliminer un déficit auditif périphérique ou central. Les résultats indiquaient que l'audition était tout à fait normale, excepté une exclusion complète de l'oreille droite lors de la réalisation d'épreuves dichotiques. Ce résultat est compatible avec la destruction de la zone de projection des voies auditives issues de l'oreille droite (-> cortex auditif temporal gauche).

→INSERER ICI LA FIGURE 4←

Nous avons ensuite poursuivi notre investigation à la lumière du modèle interactif de N. Martin et Saffran (1992) postulant une dégradation trop rapide de l'activation temporaire des représentations phonologiques. A cette fin, nous avons investigué de façon plus spécifique l'influence des variables lexicales et phonologiques sur les performances de répétition. Pour rappel, nous attendons une diminution des effets phonologiques et une augmentation des variables lexico-sémantiques. Pour cela, nous avons administré des tâches de répétition de mots et de non-mots, en faisant varier la fréquence lexicale des mots et la longueur des mots et des non-mots. Pour les non-mots, nous avons également contrasté des non-mots ayant une

structure phonotactique fréquente (par exemple, /kubtal/) ou peu fréquente (par exemple, /voehlzuk/ par rapport à la structure phonologique du français. En effet, des études psycholinguistiques ont montré qu'un meilleur rappel des non-mots de structure phonotactique fréquente reflète l'intervention de représentations phonologiques sous-lexicales (Majerus et al., 2004 ; Vitevitch & Luce, 1999). Dans ce cas-ci, nous nous attendions à une réduction de l'effet de ces connaissances relevant de l'activation du niveau phonologique. Par ailleurs, nous avons également administré une tâche de décision lexicale dans laquelle les cibles (mots) étaient précédées d'amorces reliées au niveau phonologique ou sémantique. En cas d'effacement très rapide des activations phonologiques, nous nous attendons à une diminution de l'amorçage phonologique mais une augmentation de l'amorçage sémantique. des effets de lexicalité. Les résultats observés sont en accord avec notre interprétation initiale (Figure 4) : un effet de lexicalité massif est observé en répétition de non-mots ( $\chi^2_{(1)}=113.19$ ,  $p<.0001$ ) ainsi qu'en effet de fréquence lexicale pour la répétition de mots ( $\chi^2_{(1)}=6.11$ ,  $p<.05$ ). Par contre, l'effet de fréquence phonotactique dans la répétition de non-mots est absent ( $\chi^2_{(1)}<1$ , n.s.), alors que l'effet de longueur est très important ( $\chi^2_{(1)}=37.19$ ,  $p<.0001$ ). D'autre part, dans l'épreuve de décision lexicale avec amorçage (Figure 5), nous voyons apparaître un effet d'amorçage sémantique nettement supérieur à celui relevé auprès des sujets contrôles, alors que l'amorçage phonologique est quasi nul.

→INSERER ICI FIGURE 5←

### *La rééducation expérimentale*

Nos investigations complémentaires sont en accord avec les prédictions de l'hypothèse d'une dégradation trop rapide de l'activation des représentations phonologiques. Le but de notre rééducation était de ramener la durée d'activation phonologique à une durée plus normale, en



adoptant une stratégie de type musculation. En présentant à BJ des tâches intensives de répétition de non-mots après de courts délais, nous espérons que cet entraînement permette une augmentation et une stabilisation progressive de la durée d'activation phonologique en réponse à la présentation d'une information phonologique. En d'autres termes, cette stratégie visait à rétablir une fonction grâce à l'utilisation répétée et intensive de tâches censées recruter cette fonction.

### Matériel

Nous avons créé un matériel de 500 paires de mots et de non-mots bisyllabiques de structure CVCV qui ne diffèrent que par une seule des consonnes, d'abord la première (ex. : routait – goûtait), ensuite la seconde (ex. : baron – basson). Nous avons utilisé des paires minimales pour l'entraînement afin de solliciter le niveau phonologique le plus possible, le traitement de paires minimales exigeant des représentations phonologiques particulièrement fines et précises. Par ailleurs, nous avons commencé l'entraînement par des paires de mots, BJ étant trop récalcitrante à l'utilisation des non-mots en début de rééducation. Nous avons également relevé la valeur phonotactique de toutes les consonnes du français (à l'exception de la consonne *ɲ*) et nous les avons réparties en deux séries pour créer des stimuli servant à l'entraînement, en n'utilisant que la première série de consonnes (voir Figure 6).

→INSERER ICI LA FIGURE 6←

Par ailleurs, la distance articulatoire entre les différentes consonnes a été contrôlée (Clements, 1985), pour construire des stimuli se différenciant de 1 à 3 traits articulatoires.

L'opposition portait sur les consonnes initiales : distance 1 : /rabɔ - nabɔ/

distance 2 : /tarɔ - garɔ/

distance 3 : /bɔsa – nɔsa/

et sur les consonnes finales : ex. : distance 1 : /tɔna – tɔra/

distance 2 : /rata – raba/

distance 3 : /taba – tasa/

Nous commençons l'entraînement par les paires de mots, ensuite nous poursuivions avec les paires de non-mots. Les stimuli étaient entraînés par listes de 10 stimuli. Lorsque 90% des items étaient correctement répétés sur deux essais consécutifs, nous passions à une nouvelle liste de 10 items. L'entraînement comportait deux phases différentes : 1) dans le but de stabiliser la durée d'activation phonologique de base, une répétition immédiate des différents items est demandée (nous comptabilisions chaque fois la première réponse, mais pour chaque essai, la paire de mots (non-mots) était répétée autant de fois qu'il était nécessaire pour que la patiente donne la réponse correcte) ; 2) lorsque BJ avait réussi l'ensemble des items en répétition immédiate, nous passions à une phase dans laquelle nous insérions un délai (BJ devait compter jusqu'à 3 au rythme d'un chiffre par seconde) entre l'énonciation de la paire et sa répétition. Cette deuxième phase était censée optimiser encore davantage la durée de maintien des représentations phonologiques.

### Lignes de base

Trois lignes de base sont répétées à la fin de chaque phase : une répétition de mots et de non-mots avec délai, une répétition immédiate de triplets de mots et non-mots phonologiquement proches, et une répétition de non-mots de fréquence phonotactique élevée et faible.

- a) Répétition de mots et non-mots avec délai : après l'énoncé de l'item, la patiente compte jusqu'à 5 puis répète. Les items sont répartis en trois catégories qui

comprennent : (1) des phonèmes entraînés dans des mots et non-mots qui faisaient partie de l'entraînement / rɑbɔ/ /ʃɔgɛ/ ; (2) des phonèmes entraînés dans des mots et non-mots qui ne faisaient pas partie de l'entraînement /rɔtɛ/ /nɛbu/ ; (3) des phonèmes non entraînés dans des mots et non-mots qui ne faisaient pas partie de l'entraînement /dœmɛ/ /zilɔ/

- b) Répétition de triplets de mots et de non-mots phonologiquement proches : cette ligne de base se compose de 48 triplets de mots et non-mots qui se répartissent en 2 séries : (1) des mots et des non-mots composés de phonèmes entraînés : /bare bave - bage / / rɛvɛ - rɛtɛ - rɛbɛ / ; (2) des mots et des logatomes composés de phonèmes non entraînés : / pulɛ - mule - kule / / kɑdu - kɑpu - kɑju/
- c) Répétition de non-mots avec contrôle de la fréquence phonotactique : il s'agit d'une épreuve d'identification (répétition immédiate) de 120 non-mots de structure CVCCVC. Tous les phonèmes sont repris et apparaissent le même nombre de fois. Ils sont comptabilisés afin de nous permettre de contrôler l'évolution des phonèmes entraînés et ceux qui ne l'ont pas été.

#### Déroulement de la rééducation.

La rééducation s'est étendue sur une durée d'un an et demi, à raison de 2 séances par semaine (voir Figure 7). Notons qu'un matériel similaire avait également été construit avec des oppositions au niveau des voyelles. Ce matériel a été utilisé après que la rééducation avec le premier matériel (paires minimales différant au niveau consonantique) ait été achevée. Le matériel 'vocalique' a été utilisé pour une phase de rééducation en répétition immédiate, la phase d'entraînement en répétition différée ayant été prévue mais non réalisée, à raison d'absence de progrès supplémentaires importants avec ce deuxième matériel (voir Figure 7). Des lignes de bases ont été

réalisées à la fin de chaque phase d'entraînement. Les séances duraient environ 1 heure, mais il fallait aménager de très nombreux temps de repos car elle était très rapidement épuisée. Il faut ajouter que, dans la première phase de répétition sans délai, l'entraînement de certaines paires pouvait exiger entre 10 et 15 répétitions des items avant d'obtenir une première répétition correcte. La confiance, la collaboration, la volonté et la patience de BJ ont été indispensables au bon déroulement de cette rééducation...

→INSERER ICI FIGURE 7←

Au début, nous avons demandé à la patiente de poursuivre l'entraînement à domicile avec sa famille, ce qui fut fait ; mais dès l'apparition des non-mots, l'entourage ne participait plus car il avait du mal à nous suivre dans notre démarche consistant à rééduquer des difficultés de langage en utilisant des mots qui n'existent même pas ... Nous avons, alors essayé de prendre le relais avec des enregistrements, mais la tâche était, pour BJ, beaucoup trop lourde et ce ne fut guère contributif<sup>1</sup>.

### *Résultats*

→INSERER ICI FIGURE 8←

Comme nous pouvons le constater en examinant la Figure 8, dès la phase d'entraînement sans délai, nous constatons une amélioration de la répétition après délai de toutes les catégories de non-mots, qu'ils aient été entraînés ou non, que les phonèmes qui les composent aient été entraînés ou non. La rééducation n'a donc pas porté sur l'apprentissage spécifique de certains phonèmes et de certains non-mots, mais bien sur une optimalisation du traitement phonologique de façon générale.

→INSERER ICI FIGURE 9←

---

<sup>1</sup> Pour d'autres patients, probablement moins atteints, ce relais enregistré fut, par contre, très bénéfique.

La ligne de base pour la répétition de triplets de non-mots, longtemps impossible, n'a pu être réalisée qu'après la phase de rééducation avec délai, lorsque l'activation était bien stable et pouvait se maintenir plus longtemps (voir Figure 9). En d'autres termes, le fait que la répétition de triplets de non-mots était possible après cette deuxième phase de rééducation, et impossible avant, témoigne également de l'effet de la rééducation.

→INSERER ICI FIGURE 10←

Pour la répétition de non-mots contrôlant la fréquence phonotactique, nous observons, comme pour la première ligne de base, une amélioration constante, et ceci pour tous les phonèmes, qu'ils aient été ou non entraînés (voir Figure 10). Par contre, l'étape portant sur les voyelles n'apporte pas d'amélioration substantielle, ce qui nous a amené, par la suite, à la supprimer. De façon impotante, en comparant la performance de répétition pour les mêmes items, mais cette fois-ci en fonction de la fréquence phonotactique (voir Figure 11), nous constatons la réapparition de l'effet de fréquence phonotactique, absent au départ, témoignant d'une participation de nouveau plus importante des représentations phonologiques sous-lexicales dans le traitement de non-mots.

→INSERER ICI FIGURE 11←

Quatre mois après la fin du traitement, nous avons re-soumis BJ à la plupart des tests déjà administrés lors de l'évaluation complémentaire initiale (voir Figure 12). On observe qu'au niveau des tâches perceptives, aucune modification des performances n'est observée (alors que les performances, même si non déficitaires, n'étaient pas parfaites non plus lors de

l'évaluation initiale). Par contre, nous observons une diminution de l'effet de fréquence lors de la répétition de mots (voir Figure 13) ; à un niveau plus qualitatif, il est également intéressant de noter que BJ ne fait plus aucune lexicalisation et ne commet plus d'omissions. En outre, on note une amélioration significative ( $\chi^2_{(1)}=6.81$ ,  $p<.01$ ) de la répétition de non-mots de fréquence phonotactique élevée et du pourcentage de mots répétés dans les tâches d'empan. Finalement, une augmentation importante de l'empan de non-mots est observée. Ces données confirment une amélioration des capacités de stockage phonologique, telles que visées par notre rééducation. Il est peu probable que ceci soit le reflet d'une récupération spontanée vu que le déficit au niveau des tâches d'empan était resté tout à fait stable entre 1997 et janvier 2001 (date à laquelle la rééducation expérimentale est mise en route), et ceci malgré le fait que pendant ce temps, d'autres rééducations logopédiques visant la compréhension et la production de mots sont réalisées.

→INSERER ICI FIGURES 12 et 13←

A un niveau plus écologique, des améliorations des performances dans la vie quotidienne sont également rapportées. Rappelons qu'en début de rééducation, elle était très lente, très fatigable en situation de traitement langagier, gênée par les bruits ambiants et qu'elle éprouvait d'énormes difficultés de compréhension lors de conversations à plusieurs ou au téléphone. En outre, il lui était impossible de conduire sa voiture avec la radio en état de marche ou si le passager lui parlait. A la fin de la rééducation, BJ n'est plus gênée par des bruits ambiants. Elle peut tenir une conversation à plusieurs sans problème, lui permettant une vie sociale plus riche et épanouie, et elle peut de nouveau conduire sa voiture en écoutant de la musique ou en parlant à quelqu'un d'autre. Elle n'a pas repris ses activités professionnelles de départ, trop de temps s'étant écoulé depuis son arrêt de travail ; par contre, elle a démarré

une nouvelle activité : elle est professeur de yoga.

### *Discussion de la rééducation expérimentale de BJ*

Les résultats observés semblent indiquer un effet de notre rééducation qui est spécifique et qui a permis d'améliorer les capacités de stockage phonologique. Maintenant, au niveau théorique, est-ce que cette augmentation des capacités de stockage est-elle liée à une augmentation de la durée des activations des représentations phonologiques ? Plusieurs observations nous invitent à penser que oui, même si nous n'aurons pas de preuve définitive. En effet la réapparition d'un effet de fréquence phonotactique indique que le niveau de représentations phonologique est de nouveau sollicité davantage et joue un rôle plus normal. Par ailleurs, toutes les tâches nécessitant un maintien des activations phonologiques voient leur niveau de performance amélioré. Une hypothèse alternative qu'il faut considérer est que la répétition continue de non-mots ait conduit à des apprentissages de nouvelles formes phonologiques, et donc également à une augmentation de la fréquence ou de la familiarité des représentations phonologiques sous-lexicales. Le fait que les items entraînés étaient légèrement mieux répétés que les items non-entraînés après rééducation est en faveur de cette possibilité. Cependant, le fait que même les items non-entraînés ont vu leurs performances augmentées suggèrent que cette explication ne peut pas expliquer tous les effets observés, et qu'il y a également une amélioration plus générale au niveau de l'efficacité de traitement au sein des représentations phonologiques qui ne peut pas être expliquée uniquement par l'apprentissage de nouvelles représentations phonologiques sous-lexicales. Dans la dernière partie de ce chapitre, nous allons brièvement présenter d'autres études de cas qui illustrent davantage la spécificité et l'efficacité du programme de rééducation présenté ici, tout en utilisant un matériel raccourci.

## **Cas 2 : la patiente DB**

DB est une patiente âgée de 52 ans. Elle est secrétaire de formation ; au moment de son accident, elle exerçait également un mandat politique (à un niveau communal). En avril 1998, elle est atteinte d'un accident vasculaire cérébral cortico sous-cortical pariétal gauche, avec une symptomatologie de type aphasie « sensori-motrice ». A l'époque, elle suit une rééducation logopédique en privé. En 2001, elle consulte notre unité. L'examen langagier met en évidence un très léger manque du mot, des éléments d'agrammatisme ainsi que des difficultés de compréhension pour les phrases longues et lors de conversations à plusieurs. L'empan de chiffres est de 4, l'empan de mots et de non-mots est de 3. Ces données suggèrent un tableau de troubles langagiers similaires à celui de BJ, même si beaucoup moins sévère, surtout en ce qui concerne le stockage phonologique à court terme, l'empan de non-mots étant de 3. Nous avons soumis DB aux mêmes investigations complémentaires que BJ.

→INSERER ICI FIGURES 14 ET 15←

Comme nous le constatons dans la Figure 14, les résultats à l'épreuve de discrimination de paires minimales mettent en évidence des difficultés perceptives. Par ailleurs, contrairement à BJ, DB présente un effet phonotactique très important au niveau de la répétition de non-mots (Figure 15). Par contre, les empan de mots et de non-mots sont faibles sans être franchement déficitaires. DB semble donc davantage présenter des difficultés de perception, alors que le niveau de traitement phonologique, y compris le stockage, semblent fonctionnels. Néanmoins, nous avons soumis DB au même traitement que BJ. Même si ce traitement a été développé surtout pour rééduquer un problème de maintien des représentations phonologiques temporaires, nous voulions déterminer dans quelle mesure ce programme pourrait également



être efficace en cas de déficit perceptif, notamment à cause de l'utilisation de paires minimales au niveau du matériel de rééducation.

→INSERER ICI FIGURE 16 et 17←

Comme nous l'observons aux figures 16 et 17, aucune amélioration des capacités perceptives n'est mise en évidence après un traitement qui a duré **XX** mois. D'autre part, aucune amélioration dans les tâches de MCT (dont le niveau de performance est faible sans être très déficitaire) n'est mise en évidence. Au niveau de ses difficultés dans la vie quotidienne, DB ne rapporte aucune amélioration. Par conséquent, la rééducation proposée ici ne semble pas constituer de piste rééducative pour des déficits de nature davantage perceptive.

### **Cas 3 : la patiente DC**

DC est une jeune femme de 27 ans, licenciée en études commerciales. En 2000, suite à une embolisation d'un angiome occipital gauche, elle présente un hématome du carrefour cérébral gauche. L'examen langagier met en évidence un ralentissement important, particulièrement au niveau de l'accès lexical, d'importantes difficultés de gestion du discours, une dyssyntaxie majeure tant en langage oral qu'en langage écrit, des éléments d'alexie agnosique. Elle suit alors une rééducation neuropsychologique portant spécifiquement sur ces difficultés. Un an plus tard, le tableau cognitif s'est normalisé, mais la patiente se plaint toujours de difficultés de compréhension dans des endroits bruyants ou lors de conversations à plusieurs, et, à l'examen langagier de contrôle, nous observons d'importants effets de longueur en répétition et en dictée. DC a été soumise aux mêmes investigations complémentaires que BJ.

→INSERER ICI FIGURES 18 et 19←

Comme l'indiquent les résultats repris dans les tableaux 18 et 19, DC ne présente aucun déficit perceptif. Par contre, elle a d'importantes difficultés dans toutes les tâches qui demandent un stockage des informations phonologiques : répétition de non-mots, empan de mots (pour le pourcentage de mots rappelés) et de non-mots (dans une moindre mesure), jugements de rimes sur des non mots. L'effet de lexicalité est net et on relève un léger effet de fréquence lors de la répétition de mots. Le tableau cognitif de DC est donc très similaire à celui de BJ, mais moins sévère. Nous postulons qu'elle présente le même type de difficulté au niveau de la dégradation de l'activation temporaire des représentations phonologiques et lui appliquons le même programme.

→INSERER ICI FIGURES 20, 21, 22 et 23←

Comme indiqué dans les figures 20, 21, 22 et 23, l'évolution au niveau des lignes de base est très similaire à celle de BJ, avec une progression constante d'étape en étape portant sur tous les items, entraînés ou non, tous les phonèmes, entraînés ou non, ainsi que l'accentuation de l'effet de phonotacticité.

→INSERER ICI FIGURES 24 et 25←

Tout comme pour BJ, on observe la disparition de l'effet de fréquence en répétition de mots et toutes les tâches qui demandent un stockage des informations phonologiques se sont améliorées : répétition et empan de logatomes, jugements de rimes sur les logatomes ainsi que le pourcentage de mots répétés dans les tâches d'empans de mots (Figures 24 et 25). Par ailleurs, DC a repris son travail et une vie sociale normale. Nous avons donc répliqué ici la thérapie mise au point pour BJ, dans les mêmes conditions, et nous avons obtenu les mêmes résultats. L'effet de la rééducation pour BJ n'est pas non plus le fruit d'une récupération spontanée, vu la persistance du déficit de stockage phonologique de 2000 à 2001, malgré le

fait qu'elle suivait une prise en charge logopédique mais non axée sur les capacités de stockage phonologique.

### **Optimisation du matériel de rééducation**

Plus récemment, nous avons procédé à un allègement du programme de rééducation, afin de réduire sa longueur et sa lourdeur. Comme nous l'avons déjà signalé, nous avons progressivement abandonné la phase d'entraînement contrastant des paires minimales au niveau vocalique parce qu'il n'apportait pas de bénéfice substantiel supplémentaire. Nous avons également réduit le matériel de départ pour garder 92 paires de mots et 92 paires de non mots bisyllabiques. Pour le reste, l'entraînement, les lignes de base et la méthodologie sont strictement identiques à la procédure de base. Ce matériel réduit semble garder son efficacité comme l'indique la présentation de la rééducation effectuée auprès d'un dernier cas, le cas SL, même si toutes les mesures nécessaires pour le post-test n'ont malheureusement pas pu être réalisées.

SL est un patient âgé de 41 ans, exerçant la profession de technicien automobile. En 1996, suite à une embolisation d'un angiome artério-veineux temporal gauche, il a présenté une hémorragie temporale gauche qui a provoqué une importante aphasie de Wernicke avec jargon phonologique. Il suit, alors, pendant plusieurs années une rééducation ciblée sur ces déficits. Elle se termine en 2000. En 2003, il consulte pour un examen de contrôle. Si, de manière générale, l'ensemble de l'examen est satisfaisant, il subsiste cependant une lenteur d'accès lexical et un important déficit de MCT, avec des empanx inchangés depuis 2000 (MARIE-ANNE, TU PEUX VERIFIER ?). Il se plaint d'importantes difficultés de compréhension dans les conversations à plusieurs, pour des phrases longues et au téléphone. L'examen audiolinguistique, réalisé à l'époque, montrait que sa perception auditive était tout à fait normale, mais qu'il existait une exclusion de l'oreille droite dans les épreuves dichotiques. En

2003, nous l'avons soumis aux mêmes épreuves complémentaires que les autres patients décrits ici.

→INSERER ICI FIGURES 26 et 27←

Le tableau de résultats de SL est très similaire à celui de BJ et de DC (Tableaux 26 et 27). La perception, mesurée par des tâches de discrimination phonologique, est intacte ; un léger effet de fréquence est observé dans les épreuves de répétition de mots, alors que toutes tâches qui demandent un stockage des informations phonologiques sont très déficitaires. Nous avons proposé à SL d'entreprendre le programme de rééducation raccourci que nous venions de mettre au point. SL travaillait chez lui avec son épouse sur 3 séries de listes. Il ne revenait nous consulter que lorsqu'il avait atteint les résultats lui permettant d'arrêter l'entraînement à ce niveau.

→INSERER ICI FIGURES 28 ET 29←

Comme indiqué aux figures 28 et 29, l'évolution des performances au niveau des lignes de base est très similaire à celle de BJ et SL, avec cependant un avantage beaucoup plus important pour les items entraînés que pour les items non entraînés. SL rapporte également une très nette amélioration dans sa vie quotidienne. Malheureusement, il n'est jamais revenu pour faire les post tests.

## CONCLUSION

Interpellés par le déficit de MCT verbale que présentait une de nos patiente (BJ), et partant de l'évidence qu'un déficit de MCT verbale peut être lié à différentes causes, nous l'avons analysé à l'aide du modèle d'activation interactive de la MCT verbale de N. Martin & Saffran (1992). Il s'est avéré que le déficit que présentait BJ pouvait être interprété comme étant la

conséquence d'une augmentation accélérée de la vitesse de dégradation de l'activation des représentations phonologiques. Le modèle de N. Martin et Saffran prédit que si on rétablit cette vitesse de dégradation, on améliore l'ensemble du fonctionnement de la MCT verbale ainsi qu'une série de tâches langagières qui en dépendent. La rééducation expérimentale présentée ici avait comme but de rétablir des capacités de stockage phonologique plus normales, en travaillant notamment sur la consolidation temporelle de l'activation des représentations phonologique suite à la présentation d'un non-mot. Nous avons montré que cette rééducation peut apporter des améliorations du stockage phonologique auprès de patients comme BJ et d'autres qui se trouvaient dans un état cognitif stabilisé, parfois depuis des années, et chez qui de nombreuses thérapies avaient déjà été mises en place, sans jamais cibler le déficit au niveau du stockage phonologique.

Même si d'un point de vue théorique, les données présentées ici ne permettent pas de confirmer de façon définitive que c'est bien au niveau de la vitesse de dégradation des représentations phonologiques que la rééducation proposée ici a agi, les données montrent au moins qu'une rééducation de type rétablissement des capacités de stockage phonologique est possible, et qu'elle a un impact positif sur la qualité de vie et les interactions sociales des patients qui ont pu bénéficier de cette rééducation. Cependant, des études ultérieures sont nécessaires afin de confirmer, pour des populations de patients plus larges, l'efficacité de la rééducation du stockage phonologique proposée. Ainsi, nous invitons toute personne intéressée à utiliser le matériel de rééducation présenté ici à le télécharger (sur [www.ppc.ulg.ac.be/majerus.htm](http://www.ppc.ulg.ac.be/majerus.htm)) et à l'utiliser auprès de patients avec déficit du stockage phonologique.

## REMERCIEMENTS

Ce travail n'a pu être mené à bien que grâce à une collaboration étroite et bienveillante entre chercheurs et cliniciens. Nous remercions tout particulièrement C. Renard pour son aide précieuse lors de la mise au point du tableau cognitif de BJ ainsi que lors de l'élaboration du programme d'entraînement. Ce travail a également bénéficié d'un soutien du Fonds National de la Recherche Scientifique (FNRS, Belgique), sous la forme d'un mandat de Chargé de Recherches attribué à Steve Majerus.

## BIBLIOGRAPHIE

- Baddeley A. (1986). Working Memory. Oxford, England UK : Clarenton Press/Oxford University Press.
- Clements G.N. The geometry of phonological features. 1985. *Phonology Yearbook*, 2, 225-252.
- Francis D.R., Clark N. & Humfreys G.W. (2003). The treatment of an auditory working memory deficit and the implication for sentence comprehension abilities in mild « receptive » aphasia. *Aphasiology*, 17(8),723-750.
- Gathercole S.E. & Baddeley A.D. (1993). Working memory and language. HOVE, UK: Laurence Erlbaum Associates Ltd.
- Helm-Estabrooks N. (1998). A “cognitive” approach to treatment of an aphasic patient. In N. Helm-Estabrooks & A.L. Holland (Eds.) Approaches to the treatment of aphasia. San Diego. CA: Singular.
- Helm-Estabrooks N., Connor L.T. & Albert M.L. (2000). Treating attention for improve auditory comprehension in aphasia. *Brain and Language*, 74, 469-472.
- Knott R., Patterson K. & Hodges J.R. (1997). Lexical and semantic binding effects in short-term memory: Evidence from semantic dementia. *Cognitive Neuropsychology*, 14, 1165-1216.
- Majerus S., van der Kaa M.A., Renard C., Van der Linden M. & Poncelet M. (2005). Treating verbal short-term memory deficits by increasing the duration of temporary phonological representations: A case study. *Brain and Language*, 95, 174-175.
- Martin N. & Saffran E.M. (1992). A computational account of deep dysphasia : Evidence for a relation between auditory-verbal STM capacity and lexical errors in repetition. *Brain and Language*, 52,83-113.

- Martin N. & Saffran E.M. (1997). Language and auditory-verbal short term memory impairments : Evidence for common underlying processes. *Cognitive Neuropsychology*, 14, 641-682.
- Martin N. & Gupta P.(2004). Exploring the relationship between word processing and verbal short-term memory : Evidence from associations and dissociations. *Cognitive Neuropsychology*, 21(2/3/4), 213-228.
- Martin R.C; Shelton J.R. & Yaffee L.S. (1994). Language processing and working memory: Neuropsychological evidence for separate phonological and semantic capacities. *Journal of Memory and language*, 33, 83-111.
- Mayer J.F. & Murray L.L. (2002). Approaches to the treatment of alexia in chronic aphasia. *Aphasiology*, 16, 727-743.
- Sohlberg M.M. & Matter C.A.(1986). Attention Process Training (APT) . Puyallup. WA / Association for Neuropsychological Research and Development.
- Sohlberg M.M., McLaughlin K.A., Pavese A., Heindrich A. & Posner M.I. (2000). Evaluation of Attention Process Training and brain injury education in persons with acquired brain injury. *Journal of Clinical and Experimental Psychology*, 22, 656-676.



Figure 1

	Pré - thérapie	Post- thérapie	Changement significatif
Empan de chiffres	2	6	<b>OUI</b>
Compréhension de phrases	.57	.67	<b>OUI</b>
Répétition de non-mots	.20	.20	n.s.

Figure 1: Francis et al. 2003, Aphasiology

Figure 2

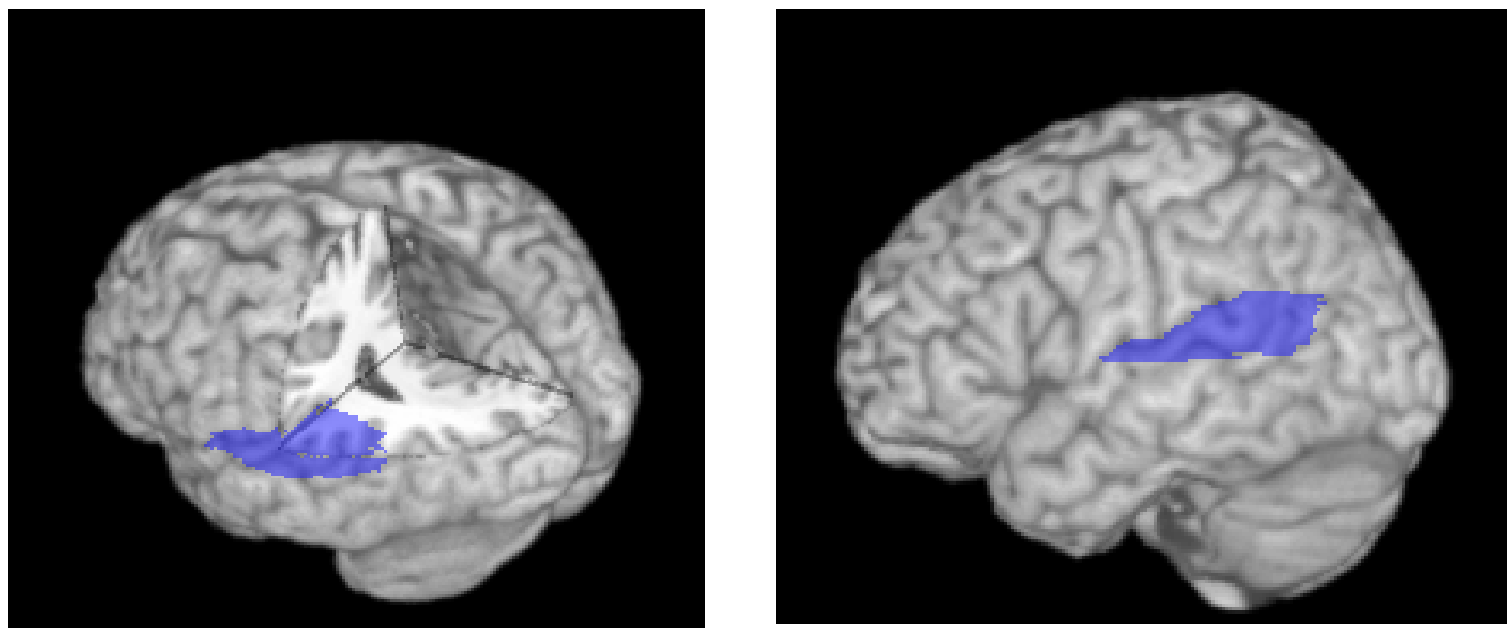


Figure 2 : BJ : aperçu approximatif de la lésion  
(render sur template RMN en 3D)

Figure 3

	BJ	Contrôles
<b>Répétition de phonèmes isolés</b>		
exactitude	1.00	1.00
<b>Discrimination de paires minimales</b>		
consonnes (normal)	.86	.85 – 1.00
consonnes (vitesse de présentation accélérée)	.71	.61 – .95
voyelles (normal)	.85	.80 – 1.00
voyelles (vitesse de présentation accélérée)	.82	.65 – .95
<b>Décision lexicale</b>		
exactitude	.92	.89 – 1.00

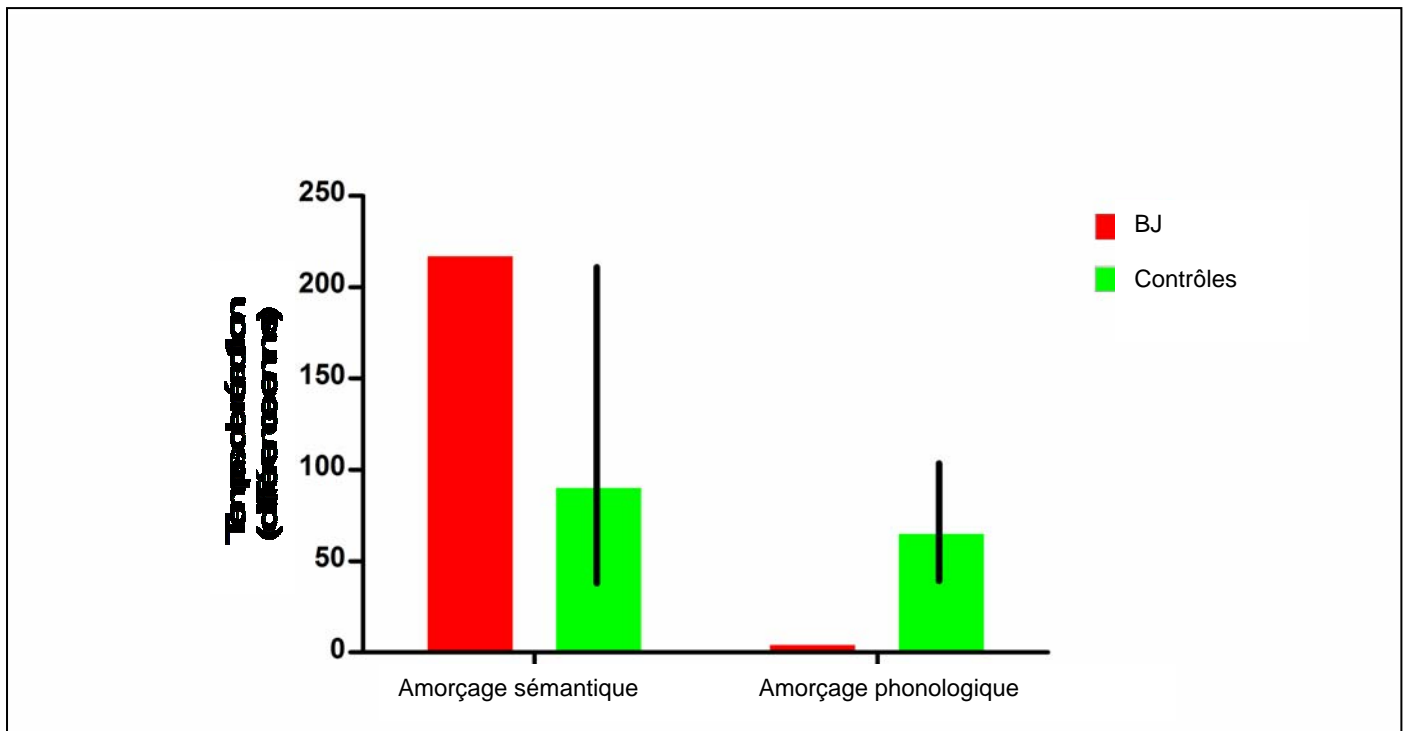
Figure 3 : BJ : Investigation approfondie de la perception

Figure 4

	BJ	Contrôles
<b>Répétition de non-mots</b>		
fréquence phonotactique élevée	.22**	.60-.90
fréquence phonotactique faible	.23**	.51-.90
courts	.86**	1.00
longs	.45**	.95-1.00
<b>Répétition de mots</b>		
fréquence lexicale élevée	.96	1.00
fréquence lexicale faible	.86**	.95-1.00
<b>Décision lexicale</b>		
amorçage sémantique	217 ms	23-232 ms
amorçage phonologique	4 ms	35-102 ms

Figure 4 : BJ : Investigation approfondie du niveau phonologique en MCT.

Figure 5



Temps de réaction  
(différence en ms)

Figure 5 : BJ : Décision lexicale auditive : effets d'amorçage sémantique et phonologique

Figure 6

Phonèmes travaillés	Phonèmes non travaillés
B	P
T	D
G	K
N	M
R	L
S	Z
V	F
CH	J
Moyenne : 3.20	Moyenne : 3.25

Figure 6 : poids phonotactiques des deux séries de phonèmes/consonnes

Figure 7

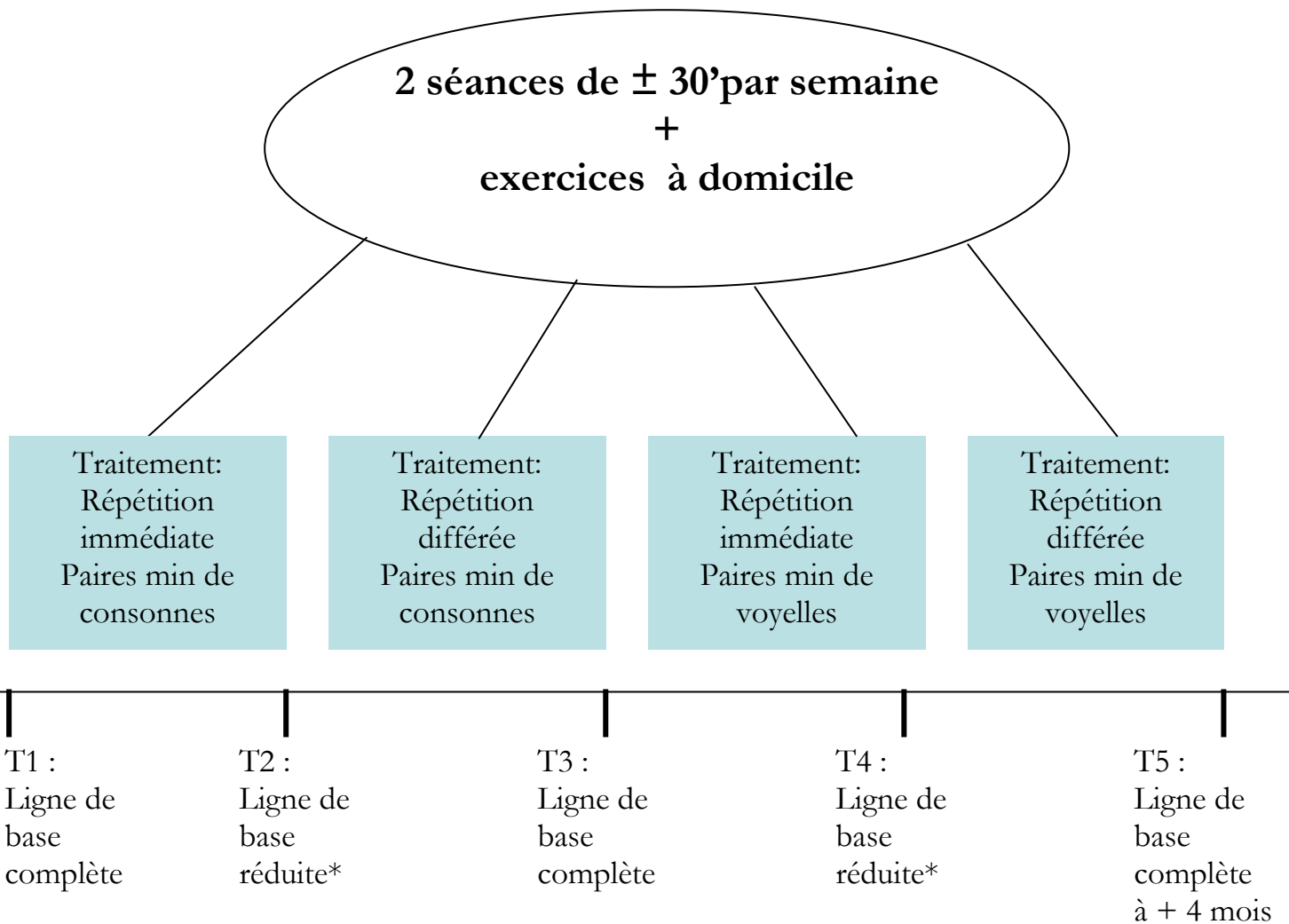


Figure 7 : déroulement prévu du traitement

\* Tâche de répétition de non-mots uniquement

Figure 8

	Pré rééducation	Post 1 <sup>ère</sup> étape rééd cons ss délai	Post 2 <sup>ème</sup> étape rééd cons avec délai
Total :	74/118	102/118	106/118
Phon + items +	25/34	33/34	33/34
Phon + items-	17/33	31/33	32/33
Phon – items -	32/51	38/51	41/51

Figure 8 : BJ : évolution de la ligne de base 1 : répétition de mots et non-mots avec délai (après l'entraînement sur les consonnes)

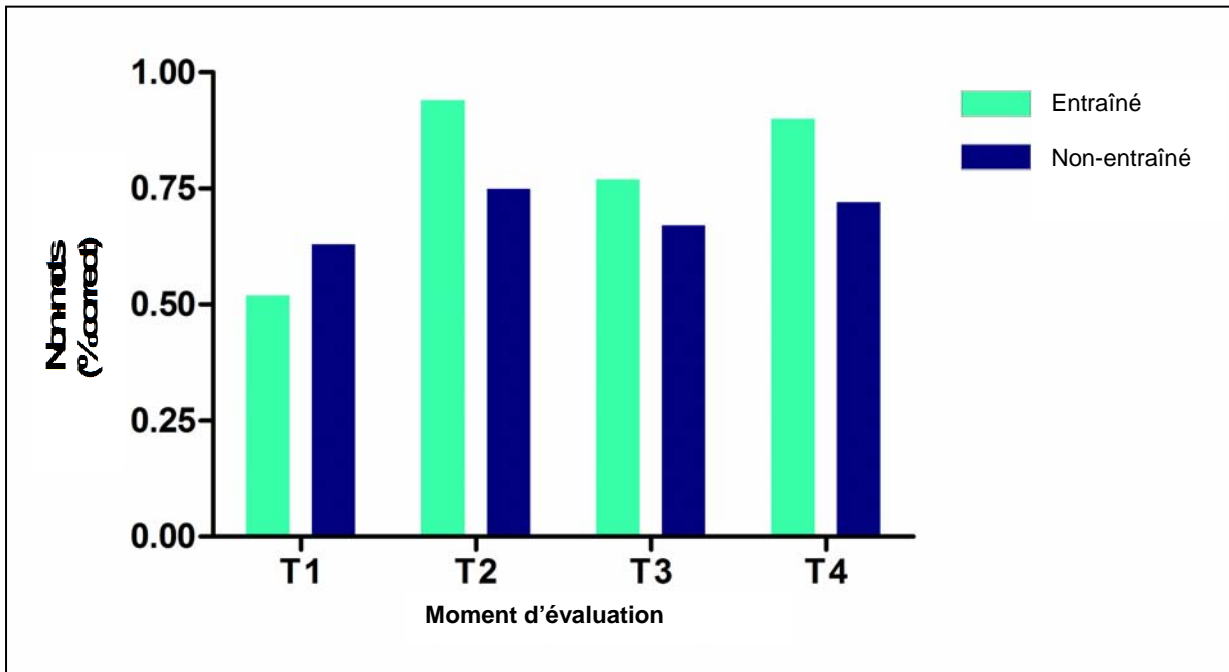


Figure 9

Pré rééducation	Post 1 <sup>ère</sup> étape rééd cons ss délai	Post 2 <sup>ème</sup> étape rééd cons avec délai
Impossible	Impossible	17/48 entraînés : 15/24 non-entraînés : 2/24

Figure 9 : BJ : évolution de la ligne de base 2 : répétition de triplets de mots et logatomes phonologiquement proches (après l'entraînement sur les consonnes)

Figure 10



**T1 : JAN 2001**

**T2 : OCT 2001 (après l'étape complète sur les consonnes sans délai)**

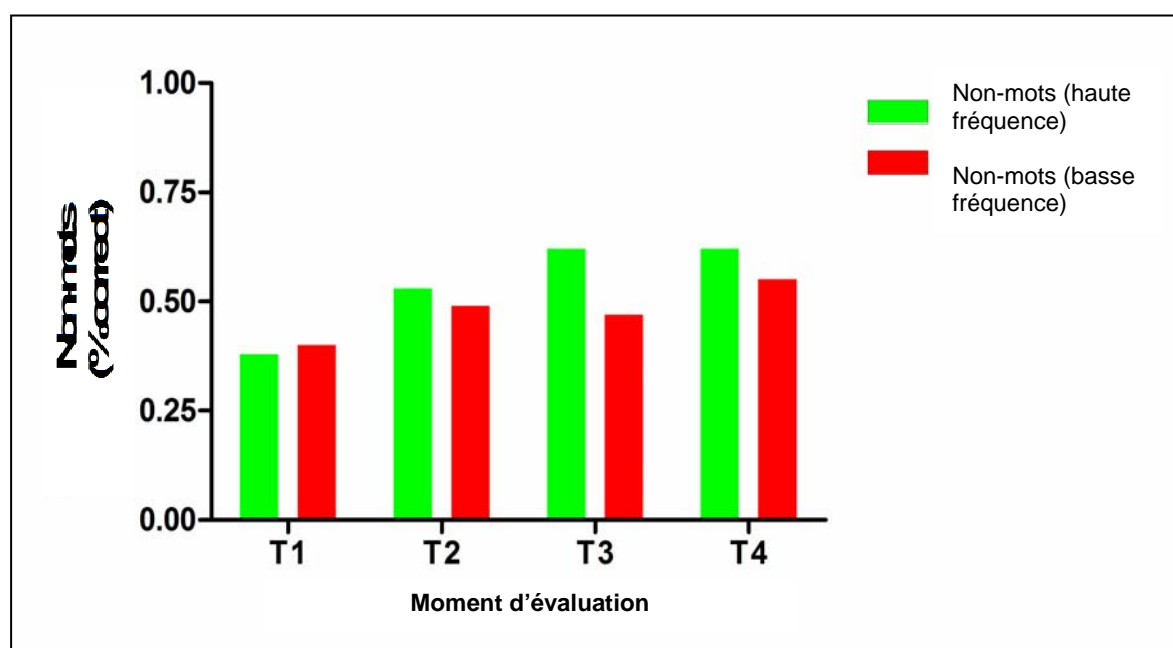
**T3 : MAR 2002 (après l'étape complète sur les consonnes avec délai)**

**T4 : AVR 2003 (après l'étape complète sur les voyelles sans délai)**

Figure 10 : BJ : évolution de la ligne de base 3 : répétition logatomes

Analyse des résultats en fonction des consonnes entraînées ou non.

Figure 11



**T1 : JAN 2001**

**T2 : OCT 2001 (après l'étape complète sur les consonnes sans délai)**

**T3 : MAR 2002 (après l'étape complète sur les consonnes avec délai)**

**T4 : AVR 2003 (après l'étape complète sur les voyelles sans délai)**

Figure 11 : BJ : évolution de la ligne de base 3 : répétition logatomes

Analyse des résultats en fonctions de la fréquence phonotactique des items.

Figure 12

	2001	2003
Empan de chiffres	3	5**
<b>BJ                      Intégrité de la perception</b>		
Répétition de sons isolés	100%	100%
Répétition de mots isolés		
Fréquence ↑	.96	.98
Fréquence ↓	.86 **	.92
<b>Discrimination de paires minimales</b>		
consonnes (présentation normale)	.86	.88
voyelles (présentation normale)	.93	.89

Figure 12 : BJ : Post tests : Epreuves de perception

Figure 13

	2001	2003
<b>Répétition de logatomes</b>		
Fréquence phonotactique ↑	.22	.48**
Fréquence phonotactique ↓	.23	.30
Longs	.86 **	
Courts	.45 **	
<b>Empan de mots</b>	3	3
% de mots répétés	.43	.72**
<b>Empan de logatomes</b>	< 2	3**
% de logatomes répétés	.00	.38
<b>Jugement de rimes</b>		
<b>Mots</b>	1.00	.99
<b>Logatomes</b>	.75	.95**

Figure 13 : BJ : Post tests : Epreuves phonologiques

Figure 14

	2001	contrôles
Empan de chiffres	4	6,29 ±1,31
Répétition de sons isolés	100%	100%
Répétition de mots isolés		
Fréquence ↑	1.00	1.00
Fréquence ↓	.92	.95 - 1.00
Discrimination de paires minimales		
consonnes (normal)	.82	.85 – 1.00
voyelles (normal)	.80	.80 – 1.00

Figure 14 : DB:Investigation approfondie de la perception

Figure 15

	<b>2001</b>	<b>contrôles</b>
<b>Répétition de logatomes</b>		
Fréquence phonotactique ↑	.52	.90
Fréquence phonotactique ↓	.38	.84
<b>Empan de mots</b>	3	3,9 ± 0,56
% de mots répétés	.67	.84
<b>Empan de logatomes</b>	3	2,8 ± 0,79
<b>Jugement de rimes</b>		
<b>Mots</b>	1.00	.99
<b>Logatomes</b>	.50	.98

Figure 15 : DB : Investigation approfondie du niveau phonologique en  
MCT.

Figure 16

	2001	2002
Empan de chiffres	4	4
Répétition de sons isolés	100%	100%
Répétition de mots isolés Fréquence ↑ Fréquence ↓	1.00 .92	
Discrimination de paires minimales consonnes (normal) voyelles (normal)	.82 .80	.87 .77

Figure 16 : DB : Post tests : Epreuves de perception



Figure 17

	2001	2002
<b>Répétition de logatomes</b>		
Fréquence phonotactique ↑	.52	.60
Fréquence phonotactique ↓	.38	.50
<b>Empan de mots</b>	3	3
% de mots répétés	.67	.63
<b>Empan de logatomes</b>	3	3
<b>Jugement de rimes</b>		
<b>Mots</b>	1.00	.99
<b>Logatomes</b>	.50	.70

Figure 17 : DB : Post tests : Epreuves phonologiques

Figure 18

	2001	contrôles
Empan de chiffres	4	6.69 ± 1.11
Répétition de sons isolés	100%	100%
Répétition de mots isolés Fréquence ↑ Fréquence ↓	1.00 .94	1.00 .95 – 1.00
Discrimination de paires minimales consonnes (normal) voyelles (normal)	.96 .98	.85 – 1.00 .80 – 1.00

Figure 18 : DC : Investigation approfondie de la perception

Figure 19

	2001	contrôles
Répétition de logatomes		
Fréquence phonotactique ↑	.55 ???	.90
Fréquence phonotactique ↓	.33 ???	.84
Empan de mots	4	3,9 ± 0,56
% de mots répétés	.35	.63
Empan de non-mots	2	2,8 ± 0,79
Jugement de rimes		
Mots	1.00	.99
Non-mots	.60	.98

Figure 19: DC : Investigation approfondie du niveau phonologique en MCT.

Figure 20

	Pré rééducation	Post 1ère étape rééd cons ss délai	Post 2ème étape rééd cons avec délai
Total :	102/118	111/117	115/117
Phon + items +	33/34	33/34	34/34
Phon + items-	25/33	29/33	31/33
Phon – items -	44/51	49/51	50/51

Figure 20 : DC : évolution de la ligne de base 1 : répétition de mots et logatomes avec délai (après l'entraînement sur les consonnes)

Figure 21

Pré rééducation	Post 1ère étape rééd cons ss délai	Post 2ème étape rééd cons avec délai
<p>28/48</p> <p>entraînés : 11/24</p> <p>non-entraînés : 12/24</p>	<p>27/48</p> <p>entraînés : 13/24</p> <p>non-entraînés : 14/24</p>	<p>40/48</p> <p>entraînés : 23/24</p> <p>non-entraînés : 17/24</p>

Figure 21 : DC : évolution de la ligne de base 2 : répétition de triplets de mots et logatomes phonologiquement proches (après l'entraînement sur les consonnes)

Figure 22

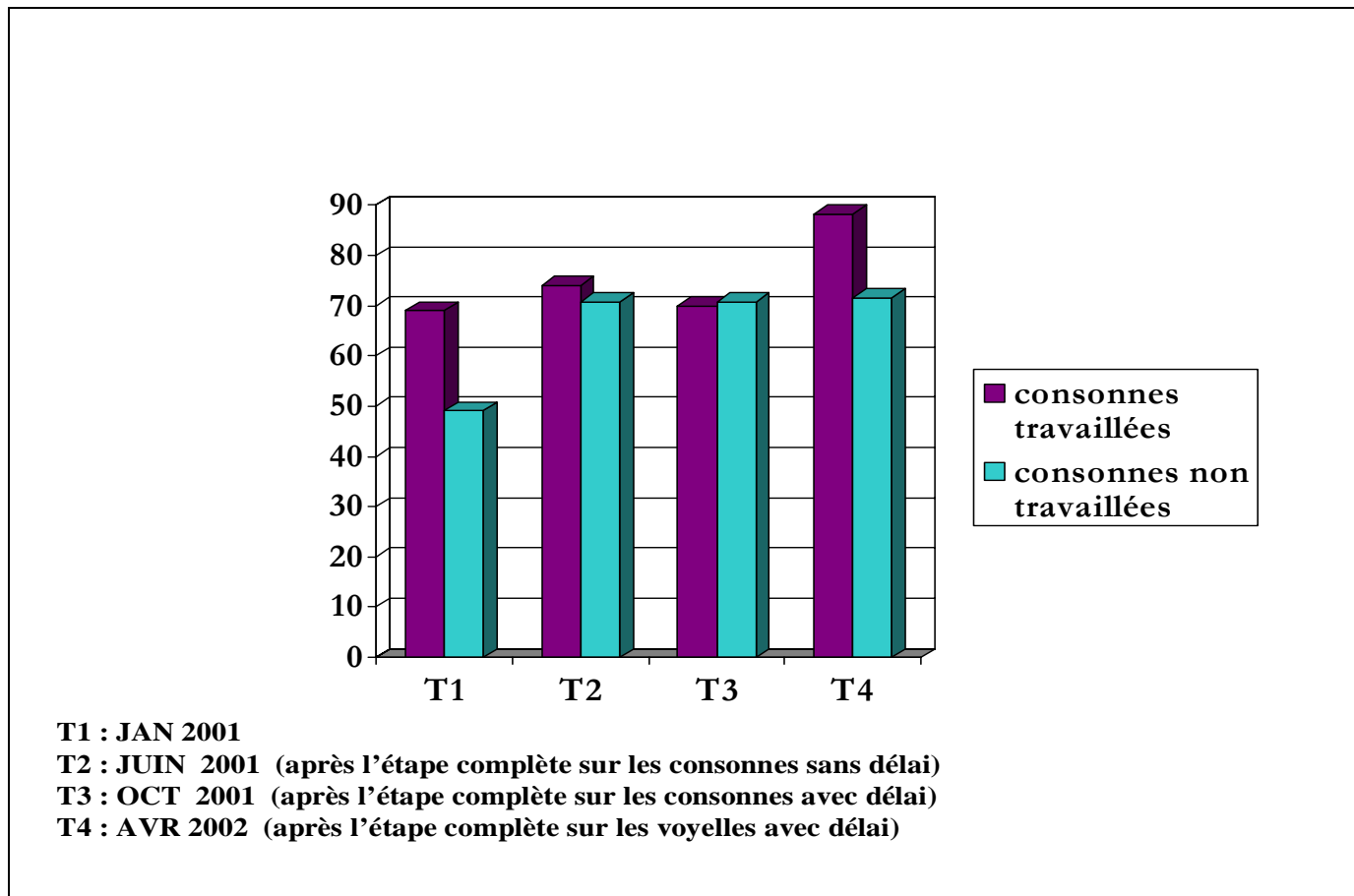


Figure 22 : DC : évolution de la ligne de base 3 : répétition logatomes

Analyse des résultats en fonction des consonnes entraînées ou non.

Figure 23

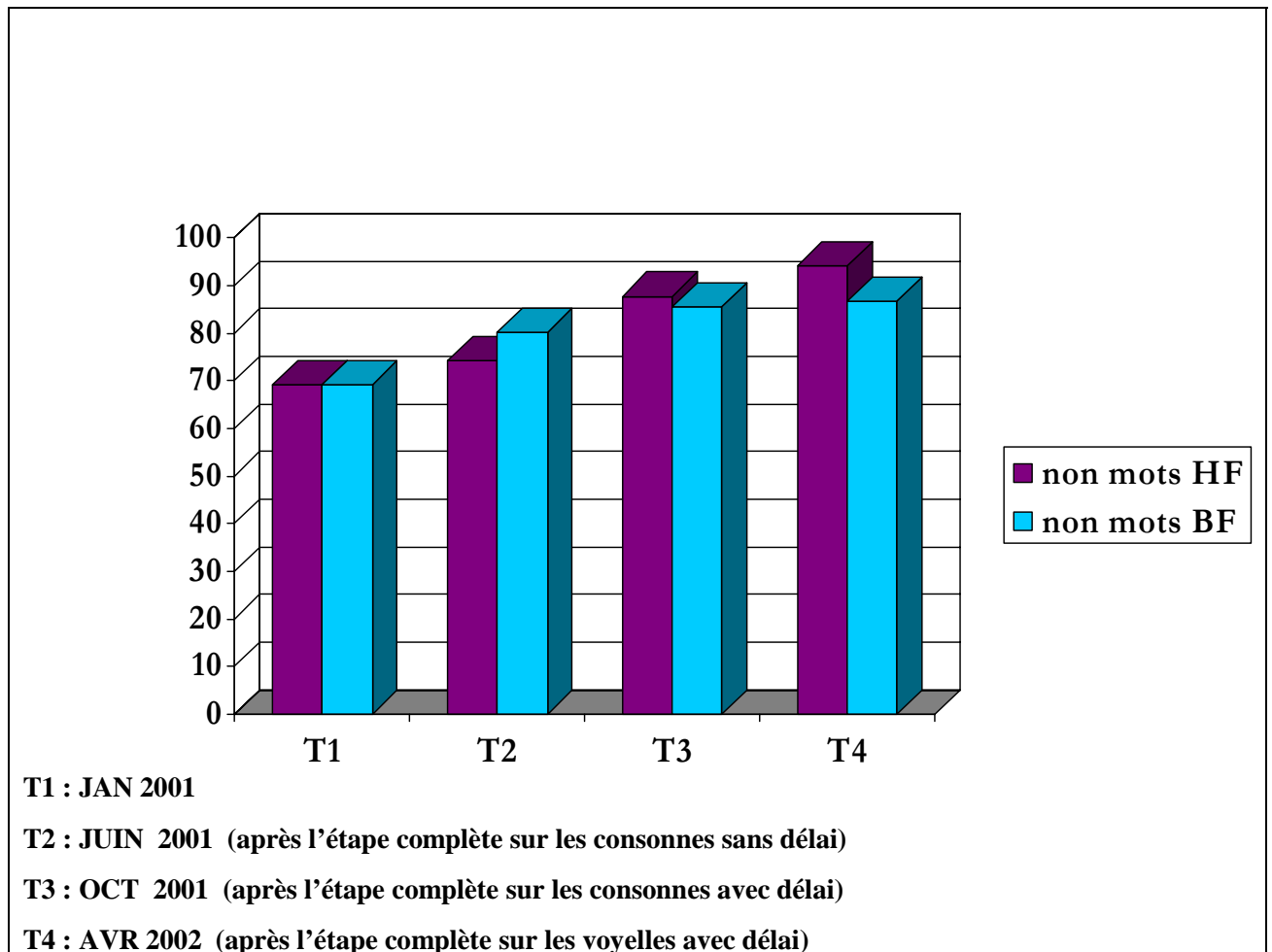


Figure 23 : DC : évolution de la ligne de base 3 : répétition logatomes

Analyse des résultats en fonctions de la fréquence phonotactique des items.

Figure 24

	2003	contrôles
Empan de chiffres	4	6,30 ±1,20
Répétition de sons isolés	100%	100%
Répétition de mots isolés Fréquence ↑ Fréquence ↓	.96 .92	1.00 .95 – 1.00
Discrimination de paires minimales consonnes (normal) voyelles (normal)	.90 .96	.85 – 1.00 .80 – 1.00

Figure 24 : SL : Investigation approfondie de la perception



Figure 25

	2003	contrôles
<b>Répétition de logatomes</b>		
Fréquence phonotactique ↑	.18	.90
Fréquence phonotactique ↓	.18	.84
<b>Empan de mots</b>	4	3,9 ± 0,56
% de mots répétés	.67	.84
<b>Empan de logatomes</b>	1	2,8 ± 0,79
<b>Jugement de rimes</b>		
Mots	1.00	.99
Logatomes	.50	.98

Figure 25 : SL : Investigation approfondie du niveau phonologique en MCT.

Figure 28

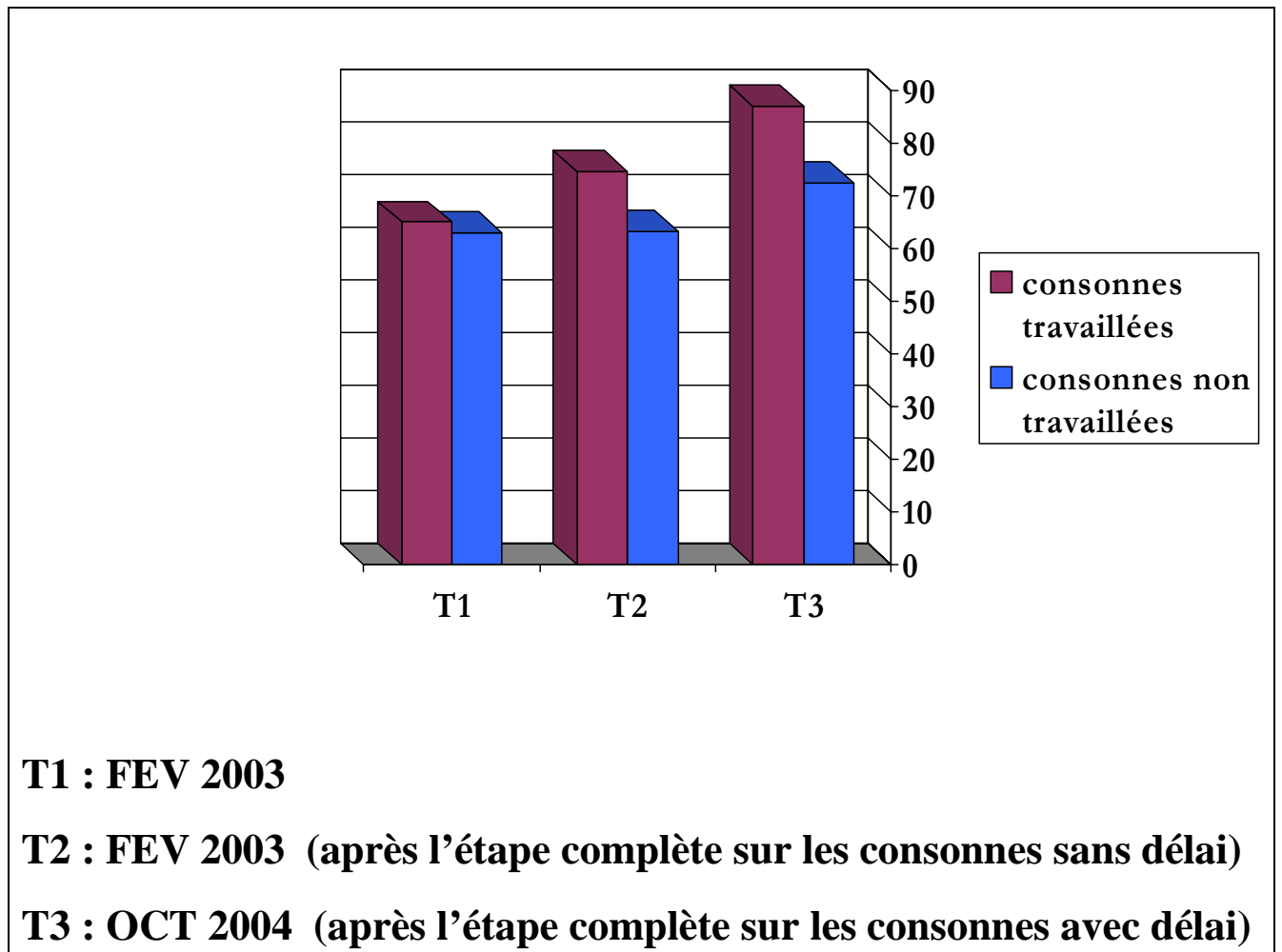


Figure 28 : SL : évolution de la ligne de base 3 : répétition logatomes

Analyse des résultats en fonction des consonnes entraînées ou non.

Figure 29

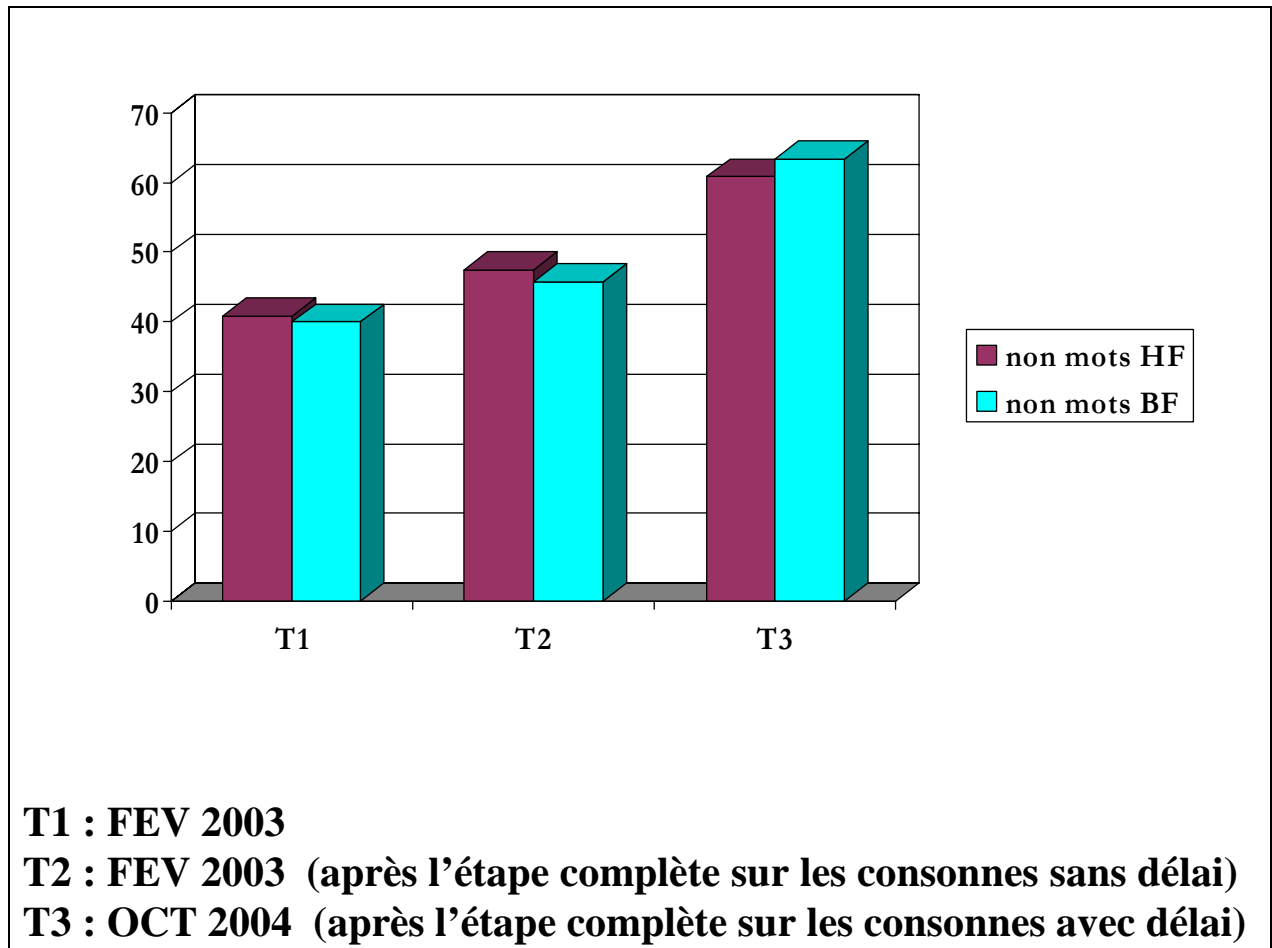


Figure 29 : SL : évolution de la ligne de base 3 : répétition logatomes

Analyse des résultats en fonctions de la fréquence phonotactique des items.



